

# 手指の巧緻性と機能的左右非対称性

著者	橘 廣
雑誌名	東邦学誌
巻	44
号	1
ページ	101-110
発行年	2015-06-10
URL	<a href="http://doi.org/10.20728/00000374">http://doi.org/10.20728/00000374</a>

## 手指の巧緻性と機能的左右非対称性

橘 廣

愛知東邦大学

## 手指の巧緻性と機能的左右非対称性

橘 廣

### 目 次

はじめに

#### I 問題と目的

1. 機能的左右非対称性と操作性の高さの関係性
2. 手指の巧緻性
3. BPO課題

#### II ペグボードを用いた実験

1. 目的
2. 方法
3. 結果と考察

#### III 総合的考察

むすびにかえて

### はじめに

情動の制御、行動の抑制、論理的な思考、他者の気持ちを思いやるなど、高次な思考活動に関係する脳領域が前頭前野であるが、子どもたちの前頭前野の機能低下が報告されてきている。脳機能研究から、何かを創りだすことを目的に、あるいは時間的空間的に考えながら手指を使うことが前頭前野の活性化に効果的であることが確かめられている。また、組立遊具時の前頭前野の賦活も報告されている。

しかしながら、近年は便利な食品や既製品などが容易に手に入り、料理や裁縫、編み物、木工作など、手指を使用し目的を持って創りあげるといような機会が減少している。また、例えば、毎日の学校生活で鉛筆の先をナイフや小刀で削る作業が必要であるということもなくなり、生活の中で手指の巧緻性が必要とされる機会も減少している。

上記の料理・裁縫・編み物・木工作などは、複数の物を組み合わせ調整しながら扱うような操作活動で、操作性の高い活動である。一方で、つかむ、拾うといった到達・把握運動、押すだけ、触れるだけといった操作性の低い手指活動もある。

手指の操作活動を検討した筆者のこれまでの左右の手の機能的非対称性に関する研究から、その発達過程や側化の程度が、操作性の高さにより異なることが示された。操作性の高さ、巧緻性（細かな対象操作能力、器用さ）の要因に注目しながら、本稿では、脳卒中のリハビリテーションの作業療法の一部として使用されるなど、広く使用されているペグボードを用いた実験によ

り、手指活動の機能的左右非対称性を検討した。

## I 問題と目的

### 1. 機能的左右非対称性と操作性の高さの関係性

文明の発展のかげで、前頭前野は以前ほど使用しなくても不自由なく生活ができるようになってきた。前頭前野が衝動的行動など不適切な行動の抑制にも関わることが認められているが<sup>[1]</sup>、近年、日本の子どもの前頭前野の機能低下が抑制性制御などの研究により指摘されている<sup>[2]</sup>。光トポグラフィーを用いて検証した研究によると、料理や楽器の演奏のように、何かを創りだすことを目的に手指を使うことが前頭前野の活性化に効果的であった<sup>[3]</sup>。また組立て遊具での遊戯時に前頭前野の活性化がみられるという報告もある<sup>[4]</sup>。

言語活動のとらえにくい発達初期の段階においても大脳皮質の機能的成熟過程をよく反映する<sup>[5]</sup>とされる手の活動の役割は重要である。これまで筆者は手指の活動を中心とした大脳半球機能の発達に関する研究を行ってきた。左右の手の機能的非対称性が出現するのは、手のどのような活動内容で、どの時期であるのか、どのような要因に影響されるのかを、縦断的研究および横断断的研究で検討してきた<sup>[6, 7, 8]</sup>。これらの研究結果から共通して示されたことは、操作活動の基礎となるような手の活動では、生後まもない時期より機能的左右非対称性がみられた（継時性・巧緻性を要する活動は右手優位、空間性を要する活動は左手優位で各半球の特徴がみられた）。またモノを扱うという点で操作性の高いレベルの活動（積み木の積み上げのような複数のモノを組み合わせ調整しながら扱うような操作）では、発達初期から一側化（一方の手への極端な偏り）がみられ、その後大きな優位性の変動はみられなかった。他方、操作性の低いレベルの活動（リーチングやボール拾いなど）では、一側化の程度は低く、左右の手による明確な差異がみられず、左右の手の機能的優位性も変動していた。即ち言語発達（例えば初語）、運動発達（例えば独立歩行開始）、環境からの要因（例えば右利きへの指導）などによって機能的優位性が影響を受け変動していた。さらに、日齢369日の手の活動の分析では、器用さと使用頻度において、ボール拾いには左右差はみられないが、ボール投げでは右手優位であった。そして身長以上の高さの積み木重ねは右手では器用に課題を達成できるが左手では困難で、右手のみで積み木を重ねるという観察結果が得られた。同日でありながら、操作性の高い活動であるほど、左右の手の使用頻度や器用さにおける差異が大きくなるということが観察された。積み木重ねに関しては、利き手のまだ確立しない1歳児より一側化がみられることは他の研究でも報告されている<sup>[9]</sup>。

このような乳児を対象とした研究結果の「操作性の高い活動であるほど左右差が顕著になるのか」ということを確認するため、右利き大学生50名を対象に、さまざまな大きさの6面ダイスの積み上げ課題及び豆運び課題を通して、操作性の高さと機能的左右非対称性の関係性を検討した。結果は、操作性の高いほど左右差が顕著になることが、乳児期の研究結果と同様に、大学生を対象とした操作活動に関する実験においても認められた。指でダイスを積み上げる操作性の最も低い課題では左右差はみられなかった。また箸を用いた豆運び課題においても、把持・移動が困難

な小豆が、大豆より所要時間も長くなり左右差もより顕著になった<sup>[10]</sup>。ヒト以外の霊長類の研究でも、巧緻性を要する操作性の高い活動で左右差が顕著で、手の機能分化がみられ、餌へのリーチングのような操作性の低い活動では、左右同程度に可能で差がみられないことが示されている。<sup>[11, 12]</sup>

このようなことから、操作性の低い活動では左右の手に差がみられないことから両半球が関わっていることが考えられ、複数のモノを組み合わせ調整しながら扱うような操作性の高い活動では左右差が大きくなることから、限定された脳領域での賦活が示唆される。

## 2. 手指の巧緻性

手指の巧緻性、即ち細かな対象操作能力を測定するためによく用いられているのが、作業療法の現場や玩具として広く使用されているペグボード課題である。ボードの穴にピンを差し込むという動作に関連したチンパンジーやヒトの研究報告を紹介する。

1989年10月に愛知県犬山市の京都大学霊長類研究所で、錠のかかったオリからチンパンジー 3 頭が脱走するという事件があった。後日この事件についてチンパンジーが錠を操作することは可能であるのかを確かめる実験が行われ、その際の映像が1990年3月公開された。それによると、まず左手で錠を持って、何度も錠穴に差し込むが左手では開かない。その後、右手に錠を持ちかえ、左手で錠を支えながら、右手で錠を錠穴に差し込み容易に開ける様子が確認された。この操作を行ったのは図形文字の識別訓練を受けている当時13歳の雌のチンパンジーであった。久保田<sup>[13, 14]</sup>によれば、チンパンジーではリーチングは左手が優位しており、加齢につれ左手優位が明確になると報告されている。(物を扱うという点で) 操作性の低いレベルの「錠を持つ」という到達・把握運動は左手優位であっても、操作性の高度なレベルの「錠の操作」では左手ではうまくいかず、右手での細かな動きで錠を操作し左手で錠を支えることで成功している。Morrisら<sup>[15]</sup>の研究においても、15年以上にわたり図形文字の識別訓練を受けたチンパンジー 2 頭のVTRによる自然観察を分析したところ、1 頭は右利きでもう 1 頭は両手利きであったが、錠をはずす等の細かい操作では 2 頭とも右手を使用していることが認められている。

乳児の手の活動における機能的左右非対称性に関して縦断研究を行った筆者の研究で<sup>[6]</sup>は、次のような発達的变化と初発時期の記録がある。対象児の日齢354日に、穴(直径1.2cm)のあいた板を右手で支え、左手で棒(直径1.0cm、長さ16cm)を持ち、何度も穴に棒を差し込むが失敗し、その後左右逆にして、左手で板を支え、右手で棒を持ち穴に差し込み成功している。その後自発的に繰り返し練習し、3時間後には左右の手を逆にしても成功している。穴に差し込むという動作は、初めて観察された時期に手を持ちかえて成功していることを考慮すると、巧緻性が必要とされる動作であると思われる。前述のチンパンジーの錠開けに関する観察結果と共通点があり興味深い。

手指の巧緻性をペグボードを用いて測定した研究では、例えば次のような研究がある。Geertsら<sup>[16]</sup>は、14カ月児、18カ月児、25カ月児を対象に操作活動の質的発達を検討し、カップや箱に

キューブを把持し入れる条件より、ペグボードにペグを把持し入れる条件で顕著な一側化（右手優位）がみられたと報告している。またGasserら<sup>[17]</sup>は、5歳～18歳を対象としたさまざまな運動課題で、ペグボード課題が最も一側化が顕著であったと報告している。ペグボードは機能的左右非対称性が明確に現れやすい課題であると思われることから、本研究では、脳卒中のリハビリテーションの作業療法の一部として使用されるなど、広く使用されているペグボードを用いた実験を行う。

なお、本研究では巧緻性を要する操作性の高い手指活動と操作性の低い手指活動を比較することが目的であるため、実験に協力していただく参加者は、利き手の強さの程度による要因ができる限り影響しないようにするため、完全な右利きのみを対象とした。

Oldfield<sup>[18]</sup>のエディンバラ利き手テストでは、利き手を連続体としてとらえ、右利きから左利きまでの程度の強さを、ラテラルティ指数（LQ）により、完全な右利き（全項目右手使用）が100点、完全な左利き（全項目左手使用）が-100点、右利き傾向と左利き傾向が等しいものが0点とされている。このOldfieldのテストを基にしたSakano<sup>[19]</sup>の分類方法では、書字、描画、ボール投げ、ハサミ、ハブラシの5項目についてラテラルティ指数（LQ）を算出して、LQ 100～80を右利き、LQ 60～0を両手利き、LQ -20～-100を左利きとしている。本研究では、利き手の強さの程度による要因の影響をできるだけ避けるために、完全な右利き（ラテラルティ指数100）の大学生を対象とする。

### 3. BPO（body-parts-as-object）課題

Ohgamiら<sup>[20]</sup>はfMRIを用いた脳機能研究において、成人を対象に、2形態の道具使用ジェスチャー（歯ブラシ、ハサミ、ペン等の使用の身振り）を比較検討し、次のような結果を報告している。道具使用状況の再現をするジェスチャー（パントマイム）では、左半球に集中した活動がみられ、右半球はほとんど活動がみられなかった。一方、道具を身体（手）で表現するジェスチャー（BPO）では、両半球が活性化していた。2形態のジェスチャーに、右頭頂葉の活動に大きな差異があることから、BPO条件下では、道具の形や動きを手で表現するために、自分の手の形や動きに注意して細かな分析を行う脳活動が加わるのではないかと解釈されている。この研究結果を操作性のうえから検討すると、BPOでは手指で道具自体を表現するため、道具を操作するわけではなく操作性は低いと考えられるが、パントマイムは手指で道具を操作するという点で、より高いレベルを要求されると考えられる。このことから、操作性が高いほど限られた脳領域での活性化がみられるという可能性も考えられる。

橘<sup>[10]</sup>は、BPO課題として、箸自体を手指（第2指と第3指）で表現しダイスを積み上げる課題を行った。道具（箸）を使用してダイスを積み上げる課題と、BPO課題では、結果にどのような差異があるか、操作性のレベルが高いほど機能的左右非対称性が大きくなるのかを検討した。加えて、様々な大きさのダイスの中で最も積み上げ数が少なく困難な課題であった5mmダイスでは、より困難な課題となる1の目課題（1の目を上にして、箸でダイスの積み上げをする課題）

を行った。結果は、積み上げ個数の少ない課題、即ち巧緻性を求められる操作の困難な課題ほど左右差が顕著であった。4種のダイスの大きさでは5mmが最も積み上げ個数が少なく左右差が大きくなったが、同じ5mmダイスを1の目を上にして積み上げる課題では回転も含めた高いレベルの操作が要求されるため、単純積み上げ課題より積み上げ個数が少なく、左右差もより顕著になった。6課題のうちBPO課題でのみ左右差がみられなかったが、BPO課題では、道具を操作するわけではなく操作性は低いと考えられる。BPO課題に関しては、成人を対象にfMRIを用いた研究において、両半球が活性化することが報告されているが<sup>[20]</sup>、同様の結果となった。

BPO課題と道具使用課題の結果を比較し、操作性の高い課題ほど一側化が顕著にみられたが、このようなダイスを用いた実験と同様の結果が、ペグボードを用いた実験においてもみられるのであろうか。

## II ペグボードを用いた実験

### 1. 目的

手指活動の機能的左右非対称性は操作性の高さに関係する可能性をこれまでの研究で示してきた。即ち、モノを扱うという点で操作性の高いレベルは、複数のモノを組み合わせ調整しながら扱うような操作で、発達初期より一側化がみられる。中間のレベルでは優位側はあるが、どちらの手でも遂行可能である。操作性の低いレベルでは、一側化の程度は低く、発達のにも機能的優位性が変動しやすいことが示唆された。本研究では、手指の巧緻性に関して、作業療法などの現場や脳卒中上肢機能検査などの一部として多く使用されているペグボードを用いて検討した。成人を対象にfMRIを用いた研究において、道具使用状況の再現をするジェスチャーでは左半球に集中した活動がみられ、一方、道具を身体（手）で表現するジェスチャー（BPO）では両半球が活性化することが報告されている<sup>[20]</sup>。BPO条件下では手指で道具自体を表現するため道具を操作するわけではなく操作性は低いと考えられる。このことから、大学生を対象にペグボードを用いて、操作性の高い道具使用課題と操作性の低いBPO課題を通して、操作性の高さと機能的左右非対称性の関係性を検討する。

### 2. 方法

**参加者** ラテラリティ指数が100となる右利き大学生30名（男子学生15名、女子学生15名）。

**課題** ペグボード（酒井医療株式会社製，SOT-2103）は、縦に4個の穴が5列計20個あけられたボードに棒状のペグを差し込むもので、ペグの両端は赤と青2色となっている。左右各々の手指で、40秒間に、赤と青交互になるよう外側から内側に渦巻状に差し込み、何本ペグを挿入できるかで評価した。

（1）道具使用課題：割り箸を使用してペグを差し込む。

（2）BPO課題：第2指、第3指で箸自体を表現し、この2本の指でペグを差し込む。

課題の順序、左右の手の順序を参加者間でカウンタバランスした。

### 3. 結果と考察

道具使用課題とBPO課題において、40秒間のペグ挿入本数の平均値をFigure 1に示す。

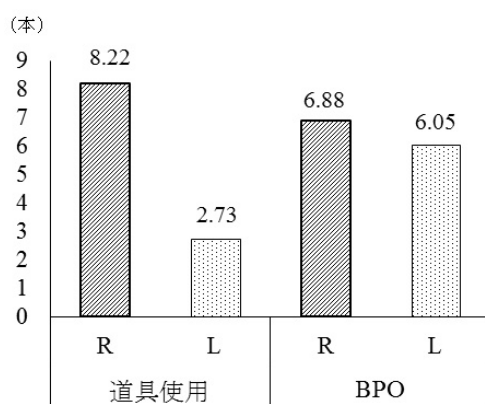


Figure 1. 40秒間のペグ挿入本数

課題（道具使用・BPO）×手（左・右）の分散分析を行ったところ、課題の主効果（ $F(1, 29) = 4.68, p < .05$ ）、手の主効果（ $F(1, 29) = 220.76, p < .01$ ）、課題×手の交互作用（ $F(1, 29) = 185.20, p < .01$ ）において有意差があった。右手においては、課題による単純主効果が有意で（ $F(1, 29) = 5.07, p < .05$ ）、左手においても、課題による単純主効果が有意であった（ $F(1, 29) = 86.03, p < .01$ ）。さらに、各課題において左右差を検討した。道具使用課題では、手による単純主効果が有意（ $F(1, 29) = 505.55, p < .01$ ）、BPO課題では手による単純主効果が有意（ $F(1, 29) = 7.78, p < .01$ ）となった。

操作性の高い道具使用課題では左右差が顕著で、左手のペグ挿入本数が非常に少ない。操作性の低いBPO課題では右手が優位であるが、道具使用課題ほどの左右差はみられない。OhgamiらのfMRIを用いた研究<sup>[20]</sup>の結果では、BPO課題で両半球の活性化がみられたこと、また道具使用状況の再現をすることで左半球に集中した活動がみられ、右半球はほとんど活動がみられなかったこととあわせ、本研究で得られた結果はOhgamiらの研究結果やダイスを用いた実験結果<sup>[10]</sup>と同様の結果と考えられる。

道具使用により、限定された脳領域をより活性化することが可能であることが示唆され、玩具にも応用できるのではないと思われる。

### Ⅲ 総合的考察

ペグボードを用いた実験においても、道具を使用した操作性の高い活動の方が、左右のパフォーマンスの差異は大きくなるということが示された。操作性の高い活動には、半球に特徴的な機能を十分生かしたかたちで対応することで困難な高度な課題も達成しやすいのではないと思われる。これまでの発達の研究からは、操作活動の基礎となるような、半球に特徴的な機能が発達



初期より分化され、技能を含む操作性の高さが一側化に重要な要因となることが示唆された。操作性の高さという観点から考えると、例えばリーチングや、モノを拾う動作、指さしは、操作性の程度の低い活動と考えることができ、一側化の程度は低くどちらの手でも使用されることになるのではないかとと思われる。

このような結果を解釈するうえで脳機能イメージング研究の結果が参考となる。川島<sup>[3]</sup>は不思議なデータとして、単純計算（例えば、一桁の連続足し算）では左右の前頭前野をはじめ脳の広範囲を活性化させるのに対し、手続きが複雑な計算（例えば、 $54 \div (0.51 - 0.19)$ ）を暗算で解くべく、じっくりと考えているときには、左半球のごく一部しか活性化しないことをあげている。難しいことを熟考しているときは、脳は休んでいるようにも見え、究極の集中した状態であるとも言えるかもしれないと述べている。さらに、日本語の文章の音読でも多くの脳の領域が活性化されるが、左半球だけでなく右半球でも広範囲に活性化されておりこれまでの常識では理解できないとしている。そして、この音読の脳活動に比較し、大学教員が論理を組み立てそれを言葉で説明しているときの複雑な脳活動で活性化されているのは限定された領域となり、左半球優位であった。

単純計算や音読のような基本となる活動では左右の半球ともに広範囲に活性化されるのに対し、高度な脳の活動では、その活動に対し個体にとって優位な半球の限られた領域が主に活性化されるのではないかと考えられる。手指操作の実験結果において、操作性の高い活動が左右差が大きくなったことと類似するものがあるのではないかとと思われる。

機能的左右非対称性を検討するには、脳梁が機能している脳では半球間で常に情報伝達が行われていることから、2つの半球が全く別個に機能しているとは考えられず、両半球の関わり方を考慮すべきである。この観点から、神経系を機能的な階層に組織化されたものとしてとらえた、Jackson<sup>[21]</sup>の考え方が注目される。彼は言語には両半球が関わっているとし、その関わり方は神経系の階層的組織化のレベルによって異なると述べている。最も低次元レベルでは、言語は情動的発声や不随意的な原初的言語反応というかたちをとり、この機能は両半球にまたがっている。中間のレベルでは理解の過程があり、これは話しことばよりも自動的な過程であり、片側の半球に機能が特殊化している程度は低い。最も高次元レベルでは話しことばや書きことばのような叙事的言語があり、主導半球の進化と密接に関係しているというものである。分離脳患者による研究では、右半球の言語機能は、話しことばの表出と書字表出はほとんど不可能であること、また話しことばの理解と読解は可能であるが左半球より劣るものであることが確かめられている<sup>[22]</sup>。Jacksonの説を裏づける研究結果であると思われる。

操作性の高さと大脳半球機能の一側化については、言語機能のレベルによって一側化の程度が異なると述べたJacksonの説から推論し、次のような仮説が考えられる。手の活動には両半球が関わっており、その関わり方は神経系の階層的組織化のレベルによって異なるのではないかとと思われる。手の活動においては、そのレベルは巧緻性を求められる操作性の高さのレベルが大きな要因となると考えられる。操作性の高さのレベルをさまざまに変化させられるのが道具であり、

その操作方法が重要な要因となるのではないかとと思われる。ペグボード実験においても、道具（箸）を用いたペグの把持方法や（回転も含めた）精密操作の正確さや速度なども関係する。

## むすびにかえて

最も高次な活動をする前頭前野を活性化させるには、考えながら手指活動をすることが有効であるという研究報告が多くある。脳の活性化、脳の発達の促進、認知症の予防、脳のトレーニングなど、効果的に活用できるような手指の操作活動はどのような活動であろう。1つのステップとして、本稿では、左右差が顕著にみられる課題であり、脳機能のリハビリテーションにも使用されているペグボードを用いて検討した。巧緻性が求められる操作性の高い手指の活動は左右差が顕著にみられた。このことは、限定された脳領域が活性化していることを示唆していると思われる。脳をバランスよく使うために手指操作課題を通じて行うことも可能であろう。効果的な特定の操作課題が見つければ、発達診断や認知症診断にも役立つであろう。手指操作の基礎的な研究が、脳の発達や健康に役立てればと思う。

これまで行ってきた行動分析だけでなく、今後は光イメージング脳機能測定装置を用いた研究により、手指操作を通したどのような活動が前頭前野の賦活に関わっているのかを検討していきたい。手指操作が必要な玩具や道具により脳の発達を促すような情報を提供できればと思う。手指の動きが可能であれば、寝たきりであってもトレーニングも可能であり、脳機能の回復につながる可能性がある。また手指操作が言語発達を促進する可能性も考えられる。

## 引用文献

- [1] Fuster, J. M. 1997 *The prefrontal cortex : Anatomy, Physiology, and Neuropsychology of the Frontal-lobe*. 3rd ed., Raven Press.
- [2] 寺沢宏次・西條修光・柳沢秋孝・篠原菊紀・根本賢一・正木健雄 2000 「go/no-go実験による日本の子どもの大脳活動の変化について 一日本の69', 79', 98', 中国の84'との調査結果と比較して一」『文理シナジー』第5巻, 14-27.
- [3] 川島隆太 2004 『天才の創りかた』講談社インターナショナル Pp. 200-201.
- [4] 篠原菊紀・田中好文・斉藤 隆・柳沢秋孝・寺沢宏次 2004 「各種遊びの前頭葉活動 —TVゲーム, 組立て遊具, アイボの特性—」『文理シナジー』第8巻, 73-80.
- [5] 西村 学・松野 豊 1978 「手指運動の発達ならびにそれと言語発達との関連をめぐって」『東北大学教育学部研究年報』第26巻, 225-244.
- [6] 橘 廣 2009 「乳児の手の活動における機能的左右非対称性：出生から1歳までの縦断研究」『発達心理学研究』第20巻、第1号、55-65.
- [7] 橘 廣・岩砂真一 2001 「胎向、生後3日以内の頭部の向きと、乳児期の手の活動の関係」『心理学研究』第72巻、177-185.
- [8] 安丸 廣 1981 「幼児の手指操作における機能的左右非対称性」『心理学研究』第52巻, 145-151.
- [9] Marschik P.B., Einspieler, C., Strohmeier, A., Garzarolli, B., & Prechtl, H.F.R. 2007 A longitudinal study on hand use while building a tower. *Laterality*, 12, 356-363.
- [10] 橘 廣 2011 「手の活動における機能的左右非対称性と操作性の高さ」『東邦学誌』第40巻、1号、141-152.

- [11] Hopkins, W. D., & Russell, J. L. 2004 Further evidence of a right hand advantage in motor skill by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Neuropsychologia*, **42**, 990-996.
- [12] Hopkins, W. D. 1991 Handedness and laterality in apes and monkeys. In A. Ehara, T. Kimura, O. Takenaka & M. Iwamoto (Eds.), *Primate today*. Amsterdam: Elsevier Science. Pp. 271-274.
- [13] 久保田 競 1991 「ニホンザル嵐山-R群の好みの手」 久保田 競 (編) 『左右差の起源と脳』朝倉書店 Pp. 1-14.
- [14] 久保田 競 1994 「利き手の発達と抑制系」 久保田 競 (編) 『発達と脳のメカニズム』ミネルヴァ書房 Pp. 183-200.
- [15] Morris, R. D., Hopkins, W. D., & Bolser-Gilmore, L. 1993 Assessment of hand preference in two language-trained chimpanzees (*Pan troglodytes*): A multimethod analysis. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **15**, 487-502.
- [16] Geerts, W. K., Einspieler, C., Dibiasi, J., Garzarolli, B., & Bos, A. F. 2003 Development of manipulative hand movements during the second year of life. *Early Human Development*, **75**, 91-103.
- [17] Gasser, T., Rousson, V., Caffisch, J., & Jenni, O. 2010 Development of motor speed and associated movements from 5 to 18 years. *Developmental Medicine & Child Neurology*, **52**, 256.
- [18] Oldfield, R. C. 1971 The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, **9**, 97-113.
- [19] Sakano, N. 1982 *Latent left-handedness : Its relation to hemispheric and psychological functions*. Jena: VEB Gustav-Fischer Verlag Jena.
- [20] Ohgami, Y., Matsuo, K., Uchida, N., & Nakai, T. 2004 An fMRI study of tool-use gestures: Body part as object and pantomime. *Cognitive Science and Neuropsychology*, **15**, pp. 1903-1906.
- [21] Jackson, J. H. 1869 Abstract of the Goulstonian lectures on certain points in the study and classification of diseases of the nervous systems. *Lancet*, **1**, 344. Reprinted in *Brain*, 1915, **38**, 72-74.
- [22] 杉下守弘 1991 『右半球の神経心理学』朝倉書店 Pp. 1-14.

受理日 平成27年3月31日